

## ⑪ 公開特許公報 (A) 平1-225754

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>C 22 C 38/58  
38/00

識別記号

302

庁内整理番号

A-6813-4K

⑬ 公開 平成1年(1989)9月8日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全7頁)

⑭ 発明の名称 二重溶解高マンガンステンレス鋼

⑮ 特願 平1-15214

⑯ 出願 平1(1989)1月26日

優先権主張 ⑰ 1988年2月4日⑮米国(US)⑯152,178

⑰ 発明者 ジエイムス・エイ・ダニエルズ アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド、テインパート

⑰ 発明者 ジョゼフ・エイ・ドウ 一ゼット アメリカ合衆国、オハイオ州、モンロー、ヘザーウッド・

⑰ 発明者 ジョン・ジー・タツク コート 38 アメリカ合衆国、オハイオ州、ミドルタウン、モントサ

クル 7425

⑰ 出願人 アームコ・アドバンスト・マテリアルズ・コーポレーション アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、リンドラ、スタンダード・アベニュー(番地なし)

⑯ 代理人 弁理士 曾我道照 外4名

## 明細書

る請求項1記載の二重溶解高マンガンステンレス

## 1. 発明の名称

二重溶解高マンガンステンレス鋼

鋼合金。

## 2. 特許請求の範囲

1. フェライト30%~60%、残部オーステナイトの  
顯微鏡組織を有している二重溶解高マンガンステ  
ンレス鋼合金において、前記合金が、重量%で本質  
的に

3. 0.01%までのC

0.10%までのP

0.4%までのS

0.2%までのCe

0.01%までのB

の1種又はそれ以上を含んでいる請求項1記載の二  
重溶解高マンガンステンレス鋼合金。

0.07%以下のC

4. Cが0.04%以下、Mnが4.25%~5.5%、Nが0.07%~  
0.13%である請求項1記載の二重溶解高マンガンス  
テンレス鋼合金。

17%~21.5%のCr

5. 顯微鏡組織が、フェライト35%~50%、残部オーステナイトであり、Crが18.5%~20%、Niが23~3%、  
Siが1.3%以下、Moが1.25%以下、Cuが1%以下である  
請求項4記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼  
合金。

1%以上4%以下のNi

6. Nが0.09%~0.12%、Sが0.05%以下である請求項  
5記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼合金。

0.05%~0.15%のN

7. 鋸放しで、最小10%(2.5cm/1インチ)の伸び、

4%以上8%までのMn

2%以下のSi

2%以下のMo

1.5%以下のCu

残部実質的Fe

から成り立っていることを特徴する二重溶解高マ  
ンガンステンレス鋼合金。

2. 1%までのNb、Ti、Ta、Zr及び(又は)Vを含んでい

0°C(32°F)において 350N/mm<sup>2</sup>(50ksi)より大きな2%の降伏強さ、30~80%のフェライト、残部オーステナイトの顯微鏡組織)を有し、N 気孔が無いステンレス鋼物体であって、前記物体が、重量まで本質的に

0.07%以下のC

17%~21.5%のCr

1%以上4%以下のNi

0.05%~0.15%のN

4%以上8%までのMo

2%以下のSi

2%以下のMo

1.5%以下のCu

残部実質的 Fe

から成り立っていることを特徴する二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

8. 薄盤である請求項7記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

9. 薄板、ストリップ、板、棒、ロッドである請求項7記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

13. 前記物体が、重量まで本質的に

0.01%までのCa

0.10%までのP

0.4%までのS

0.2%までのCe

0.01%までのB

1%までのNb,Ti,Ta,Zr及び(又は)V

の1種又はそれ以上から成り立っている請求項11記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は、二重溶解ステンレス鋼に関するものであり、一層詳細には、良好な延性、耐食性、じん性及び強度を含む優れた錫放し特性を有している二重溶解高マンガンステンレス鋼に関するものである。これらの錫放し特性は、熱処理無しに得られることができるものである。

本発明による二重溶解高マンガンステンレス鋼は、マルテンサイトへの変態に対して熱的に安定なものである。スピンドル・リンクや、排気マニ

10. 鋳造品及び粉末金属物体である請求項7記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

11. 前記物体が35%~50%のフェライト、残部オーステナイトの顯微鏡組織を有しており、前記物体が、重量まで本質的に

0.04%以下のC

18.5%~20%のCr

2%~3%のNi

0.07%~0.13%のN

4.25%~5.5%のMo

2%以下のSi

1.25%以下のMo

1%以下のCu

0.10%までのP

残部が実質的に Fe

から成り立っている請求項7記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

12. ストリップ、板、棒、ロッド、鋳造品、薄盤鋳造品、粉末金属物体である請求項11記載の二重溶解高マンガンステンレス鋼物体。

ホルドのような自動車の下部車体の部品に対する薄肉鋳造品が、この成分から容易に鋳造され、また、優れた錫放し特性を有している。この二重溶解高マンガンステンレス鋼は、また、鋳造品、ストリップ、板、バー、棒及び線のような他の形態において製造されることもできるものである。

#### 従来の技術

米国特許第3,567,434号は、高クロム二重溶解ステンレス鋼において、高いレベルの窒素Nを使用するための早期の企ての一つである。この鋼は、3%以下のマンガン含有量を有している。

特開昭60-181257号公報は、高いケイ素Siを有している二重溶解ステンレス鋼において、高いマンガンMo含有量(3%~10%)を示している。

米国特許第4,101,347号は、オーステナイトを安定化し、耐食性を改善するために、高クロムの二重溶解ステンレス鋼の中に、0.08%~0.25%の窒素Nを含んでいる。マンガンは、シグマ相を避けるために2%以下のレベルに限定されなければならない。

米国特許第4,657,608号は、溶体化処理後の冷

却を簡単化するために、高クロム二重溶解ステンレス鋼に5%～7%のマンガンを添加している。この二重溶解合金は、鋼成分の中に1.1%～3%の銅Cuを含んでいる。

米国特許第4,684,725号は、オーステナイトを安定化し、また、0.06%～0.20%であり得る窒素Nに対する溶解性を与えるために、二重溶解ステンレス鋼に4%までのマンガンMnを添加している。少なくとも、2%のモリブデンMoが、この鋼においては、本質的である。

#### 発明が解決しようとする課題

シグマ相及び475°C(885°F)せい化に対して改善された抵抗性を有している二重溶解ステンレス鋼を得ることが、本発明の主目的である。

高価な合金元素、特に、クロム、モリブデン及びニッケルを減少させることができることが、本発明の他の目的である。

溶体化処理、又は、冷却速度の繊細な制御を必要とすること無しに、鍛造において使用されることができる成分を得ることが、本発明のなお他の

目的である。

マルテンサイトへの熱的変態を防止するように合金されると共に良好な強度、耐食性、延性及びじん性を与える成分のつり合いを得ることが、本発明の更に他の目的である。

#### 課題を解決するための手段

鍛造して30%～60%のフェライトを有し、残部がオーステナイトである二重溶解ステンレス鋼は、最善の鍛造し強度、延性、じん性及び耐食性のために、つり合わされた成分を有している。この成分は、また、これらの特性を、従来の合金よりも、より高価では無い元素により与えるためにも、つり合わされる。

本発明による二重溶解ステンレス鋼の成分は、重量%で本質的に、0.07%以下、好適には、0.04%以下のC、17%～21.5%、好適には18.5%～20%のCr、1%以上4%以下、好適には、2%～3%のNi、4%～8%、好適には、4.25%～5.5%のMn、0.05%～0.15%、好適には、0.07%～0.13%のN、2%以下、好適には、1.25%のSi、2%以下、好適には、1.25%以下のMo、1.5%以下、好適には、1%

以下のCu、残部が実質的にFeから成り立っている。

この成分から製造される二重溶解ステンレス鋼物体は、鍛造して、最小10%(2.5cm/1インチ)の伸び、0°C(32°F)において350N/mm<sup>2</sup>(50ksi)より大きな.2%の降伏強さ、0°C(32°F)において、少なくとも30N/mm<sup>2</sup>(20フィート・ポンド)のじん性を含み、N気孔の無い特性を有している。

#### 実施例

以下、本発明を詳細に説明する。

30%～80%のフェライト及び残部オーステナイトである二重溶解ステンレス鋼は、高いレベルの強度を与えながら粒間腐食及びピットに抵抗するために広く使用されていることが発見された。これらの特性は、高いレベルのクロム及びモリブデン、残部ニッケルにより与えられている。クロム等量及びニッケル等量に対する種々の関係を使用して、他の元素は、オーステナイトとフェライトとのとのつり合いに含まれる。

本発明による二重溶解ステンレス鋼、又は、物体は、次ぎの成分を有している。すなわち

#### 重量%で本質的に

0.07%以下のC
17%～21.5%のCr
1%以上4%以下のNi
0.05%～0.15%のN
4%以上8%までのMn
2%以下のSi
2%以下のMo
1.5%以下のCu
1%までのNb、Ti、Ta、Zr及び(又は)V
0.01%までのCa
0.10%までのP
0.4%までのS
0.2%までのCe
0.01%までのB
残部実質的にFe

から成り立っている。

次ぎに、各合金成分の選択理由を説明する。

炭素Cは、粒間腐食を害し、延性及びじん性を減少させる炭化物析出を抑制するために、二重溶解

合金の中において0.07%以下に維持される。好適には、炭素は、0.04%以下のレベルに制限される。炭素の存在は、鋳造の間にある強度を与え、また、オーステナイト成形材である。

クロムCrは、月並みな二重溶解レベルから17%～21.5%に低下されている。このクロムのレベルは、依然として、良好な耐食性を与えるが、しかしながら、合金の中への窒素Nの溶解性を減少する。好適なクロムの範囲は、18.5%～20%である。クロムは、強いフェライト成形材であり、シグマ相及び475°C(885°F)ぜい化に寄与する。クロム含有量を減少することにより、ニッケル含有量も、また、低下されることができ;また、同一のオーステナイトのつり合いを維持することができる。

ニッケルNiは、二重溶解ステンレス鋼における典型的な範囲4%～7%から、1%以上で4%以下に減少される。ニッケル含有量を減少することは、窒素N及びマンガンMnの含有量が、ニッケルのより高いレベルの必要を経済的に相殺するが、オーステナイトの存在を減少する。均等なオーステナイト含

量においては、より高いニッケルのレベルは、窒素の溶解性を減少させるように作用をし、铸造物の中に気孔とすることがあり得る。Secure又は29-4Cのような高度に合金化された超フェライトステンレス合金についての検討により、ニッケルは、重いゲージのじん性を改進するが、しかしながら、シグマ相及び475°C(885°F)のぜい化を促進することが分かった。本発明の二重溶解合金の中のニッケルの多くは、多分オーステナイト相に分配されているが、30%～60%のフェライトの存在の中に止どまって存在しているニッケルは、ぜい化を促進する。シグマ相、又は、475°C(885°F)ぜい化を形成するフェライトに対するこの傾向は、本発明のより低いニッケルのレベルにおいて減少される。2%～3%の好適な範囲が、オーステナイトの希望されるレベルを促進し、シグマ相及び他のぜい化相を減少させ、鋳放しの気孔を減少することが発見された。

窒素Nは、二重溶解ステンレス鋼に対する成分における一層最近の変化の一つである。窒素は、強度

を増加し、ピッチング抵抗を改善し、オーステナイトを形成し、又は、増強する。窒素は、また、二重溶解合金における一般的な腐食を、クロムがフェライト相へ分配する傾向を減少することにより改進することが、示されている。窒素は、0.05%～0.15%存在するが、しかしながら、鋼の中における気孔、又は、ガスを防止するために、他の元素とつり合わされなければならない。推奨される範囲は、0.07%～0.13%であり、また、一層推奨される範囲は、0.09%～0.12%である。成分に窒素を添加することは、オーステナイトつり合いを依然として維持しながら、ニッケルの含有量の減少を許す。窒素は、凝固の間にオーステナイトの形成の割合を増加し、鋳放し状態において、希望されるオーステナイトとフェライトとのつり合いを得るために熱処理する必要を省略する。

本発明の鋼の中のマンガンMnのレベルは、伝統的な二重溶解ステンレス鋼成分からの最も大きな離脱を現している。米国特許第4,101,347号のような特許は、マンガンのレベルは、2%以下であるべき

ことを教示しており、あるいは、シグマ相が増進され、腐食抵抗が悪くなると教示している。マンガンは、以前には脱酸剤として使用されていた。本発明合金の窒素に対する溶解性は、今や、より高いマンガンのレベルを要求している。このことは、特に、22%以下のクロムを有する合金に対して、確かである。マンガンは、オーステナイトを安定化するために強力に寄与しており、また、オーステナイトを形成するのに、ニッケルの強さの約半分よりも、より小さいものと信じられる。理論に束縛されることを望まないが、マンガン含有量の最初のはんの2%だけが、オーステナイト形成に寄与するものと信じられる。本発明の鋼の中のマンガンは、約4%～8%存在する。推奨される範囲は、約4.5%～6%である。高いレベルのマンガンが、米国特許第4,657,606号の中に開示されているが、しかしながら、これは、良好なピッチング抵抗を与え、溶体化処理を省略するために、窒素を有している25%Cr,Ni-2%Cu合金に限定されている。この米国特許は、明らかに、10Cr+3X%Moが、32よりもより大きな高クロム高鋼合

金に向けられているものである。この特許からの材料は、高圧延温度からの徐冷の後に、ぜい化を有することを評価されており、また、発見されている。これらの合金の中におけるマンガンのレベルの増加は、ぜい化に対する抵抗を改善しないものである。

ケイ素Siは、本発明の鋼の中に、鋳造性及び流動性を改善するために存在している。ケイ素は、また、フェライト成形剤であり、脱酸剤でもある。本発明合金の中には、ケイ素は、2%以下、好適には、1.3%以下保持される。なぜならば、ケイ素は、シグマ相及び他のぜい化の形成に寄与するからである。ケイ素は、塩化環境におけるピッティング抵抗を改善する傾向があるが、しかしながら、じん性を悪化させる。ケイ素は、窒素の溶解性を減少させ、窒素気孔を増加し、好適には、1.3%以下に保持される。

モリブデンMoは、常に、二重溶解ステンレス鋼に必要とされているが、しかしながら、本発明の中には必要とされない。本発明の鋼は、2%以下、典型的には、1.25%以下のレベルに維持されている。モリ

ブデンは、シグマ相及び475°C (885°F)におけるぜい化に寄与する。モリブデン含有量の低下は、また、モリブデンは、フェライト成形剤であるので、ニッケルの一層の減少を許す。

銅Cuは、本発明においては意図的に添加されるものであるが、単に、1.5%までのレベルが、許されるだけである。典型的には、そのレベルは、1%以下である。銅は、更に、ニッケルの経済的な減少を許し、また、窒素の溶解性を改善することができる。銅は、オーステナイトを安定化し、加工硬化割合を減少し、還元酸に対する腐食抵抗を改善する。銅は、シグマ相に寄与するかも知れない。高いレベルのケイ素により、高いレベルの銅は、オーステナイト合金における高温加工の問題を生じさせることを発見し、このようにして、1.5%以下のレベルに限定されるべきである。

フェライトの安定化を改善し、粒子組織を精練し、偏析を抑圧あるいは粒間腐食を改善するためには、次ぎの隨意の元素の単独、又は、組み合わせで1種、又は、それ以上の添加が、含まれることができ

きる。すなわち、ニオブNb、タンタルTa、ジルコニウムZr、又は、バナジウムVである。

含まれることができる他の隨意の元素は、高温加工及び硝酸に対する抵抗を改善するための0.01%までのホウ素Bである。同様に、0.01%までのカルシウムCaが、高温加工を改善し、また、硫黄の制限と組み合わされる時は、応力腐食割れにも抵抗する。

硫黄Sは、通常、0.05%以下に維持されるが、しかしながら、快削のために、0.35%まで渡ることができる。カルシウムと共に添加される時は、硫黄は、0.005%以下のレベルに限定されるべきである。

リンPは、典型的には0.05%以下に維持される残余である。しかしながら、0.10%までのリンのレベルは、鋳造に対する流動性を改善するために使用されることができる。

残部は、本質的に鉄及び他の残留元素である。

上に示された推奨される、又は、一層推奨される範囲の任意の一つ、又は、多數が、上述の残りの元素に対する広い範囲の任意の一つ、又は、多數と共に

に使用されることができる。

オーステナイトと、フェライトとの間のつり合いは、特性の最善の組み合わせを展開させるために非常に重要である。強度レベルは、フェライトの含有量に強く依存する。最小30%のフェライトが、少なくとも  $350\text{N/mm}^2$  (50ksi) の .2%の降伏強さを展開させるために必要とされる。良好な延性は、フェライトが80%以下に維持されることを必要とする。このようにして、フェライトの広い範囲は、30%~80%であり、好適には、特性の最善の組み合わせのために、35%~50%である。

上述の二重溶解ステンレス鋼は、薄壁の自動車箇物に対して理想的に適している特性を有するよう決定された。厚壁箇物及び他の鋳造物体が、この成分から製造されることができ並びにストリップ、薄板、棒、ロッド及び線のような種々の圧延製品を製造することができる。粉末金属物品も、また、この成分から製造されることもできる。この合金は、経済的であり、錆放しで使用されることができ、良好な耐食性、強度を有し、また、じん性と延性と

の合理的なレベルを保持する。本発明合金は、また、熱処理の必要を省略し、鋳造して使用されることができる。

多数の鋼の成分、機械的特性及び耐食性が、次表に示されている。

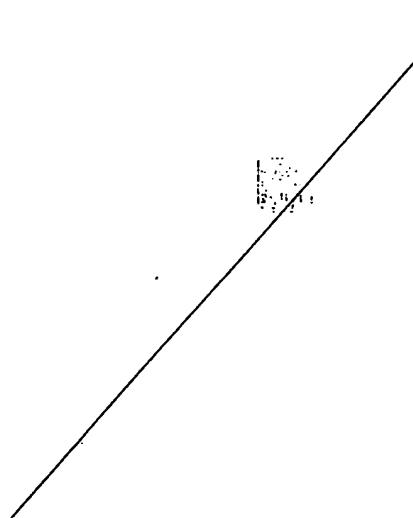


表 I

番号	Cr	Mn	C	Si	S	P	Ni	Mo	Cu	NiE	
a	.034	4.79	.015	.009	.87	17.76	1.99	.11	.74	.25	19.3
b	.033	5.01	.016	.008	.93	18.88	2.98	.11	.74	.25	20.5
c	.064	4.97	.016	.009	.92	19.11	3.03	.11	.74	.25	20.7
d	.032	4.98	.016	.008	.92	19.93	2.01	.11	.74	.25	21.6
e	.032	4.82	.015	.008	.86	19.87	3.92	.11	.72	.24	21.4
f	.033	4.67	.015	.008	.82	17.80	3.96	.11	.72	.24	19.3
g	.043	4.07	—	—	1.04	19.22	1.11	.15	.50	.25	20.8
h	.033	3.98	—	—	1.49	19.95	4.19	.082	.48	.25	22.2
i	.030	3.98	—	—	.83	22.58	2.09	.14	.50	.25	23.8
											6.9

注:

$$\begin{aligned} \text{CrE} &= 10\text{Cr} + 1.5(\%Si) + \%Mo \\ \text{NiE} &= \%Ni + .33(\%Mn + \%Cu) + 18.4(\%N) + 24.5(\%C) \end{aligned}$$

1 = 本発明ステンレス鋼、気孔無し、0°C(32°F)におけるじん性 > 20 ft.-lbs.

2 = 本発明以外のステンレス鋼、気孔問題

表 I は、試験された二重溶解ステンレス鋼に対する成分を表示するものである。すべての成分は重量%で与えられている。クロム等量及びニッケル等量の式は、最も正確に存在するオーステナイト及びフェライトの量を現す Schaeffler Diagram の変形である。

表 II

番号	.2%降伏強さ (ksi)	引張り強さ (ksi)	硬さ HB	% 磁性	5%塩水噴霧 さび被覆
a	52.6	80.0	89.5	41	3%
b	51.2	82.7	82.5	38	5%
c	50.5	85.0	85.0	34	10%
d	63.2	82.0	83.5	47	3%
e	58.6	93.3	87.0	38	0%
f	43.9	92.6	81.5	26	2%
g	53.8	80.2	94	55	—
h	67.7	92.1	98	49	—
i	58.4	75.8	94.5	65	—

表 II は、表 I の鋼に対する機械的性質及び腐食データを表示するものである。機械的性質は、真空の援助を使用して内径 0.5cm(0.2インチ)に引き抜かれた空気溶解された化学的性質に基づくものであ

る。

鍛造された 0.5cm(0.2インチ)の直径の棒材が、抗張試験片として引き抜きされた。直線長さが、ガラスピードでたたかれ、酸洗いされ、25時間 5%の塩噴霧に露出された。赤さび試験が、視覚的になされた。さびの被覆は、10%を超えてはならず、好適には、5%、又は、それ以下でなければならない。

本発明では無い 3 個の鋼(g, h 及び i)が、1.5cm(0.6インチ)の直径の棒材として鍛造された。本発明ではない試験片 f が、0.5cm(0.2インチ)の棒材として鍛造された。

磁性の読みが、Fischer scope を使用して決定された。

試験片 f は、若しも、最小 350N/mm<sup>2</sup>(50ksi)の降伏強さが生成されるべきであるならば、少なくとも 30%のフェライトを与えることの必要を示している。

試験片 g は、適正につり合わされていない成分による窒素気孔の問題を有している。

試験片 h は、低マンガン及び高ニッケルによる窒

窒気孔の問題を有している。この気孔の問題は、試験片gよりも、はるかに少ない窒素のレベルにおいて生じている。

試験片iは、高クロムの高レベルが、窒素が範囲の高い端部にある時には、窒素気孔を抑制しないことを示している。気孔の問題は、ニッケルが試験片hの約半分においてさえも、生じている。マグネシウムのより高いレベルも、この窒素量を必要とされることが、示されている。

本発明による鋼は、独特の性質の組み合わせを生成する成分のつり合わせを示している。この成分から製造された鋳造物品は、 $2.5\text{cm}$ (1インチ)において少なくとも10%の伸び、 $350\text{N/mm}^2$ (50ksi)よりも大きな.2%降伏強さ、 $0^\circ\text{C}$ ( $32^\circ\text{F}$ )における少なくとも $30\text{Nm}$ (20ft.-lbs.)のじん性を有し、窒素気孔がない。二重溶解ステンレス鋼は、これらの特性を得るために、30%~60%のフェライトを与えるように、つり合わされなければならない。

#### 発明の効果

本発明は、上記のような化学成分から成り立つ

ており且つフェライトとオーステナイトとの頭微鏡組織を特定のものとすることにより、鋳造し状態において、良好な特性を与えるために、経済的であり且つり合わせられ、また、高いマンガンのレベルによりマルテンサイトへの熱的変態に抵抗する二重溶解ステンレス鋼を提供するものである。

特許出願人代理人 古我道昭